

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-226841

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 1/405

G 0 6 T 5/00

H 0 4 N 1/403

H 0 4 N 1/40

B

G 0 6 F 15/68

S 2 0 A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-17569

(22) 出願日 平成6年(1994)2月14日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 角谷 繁明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

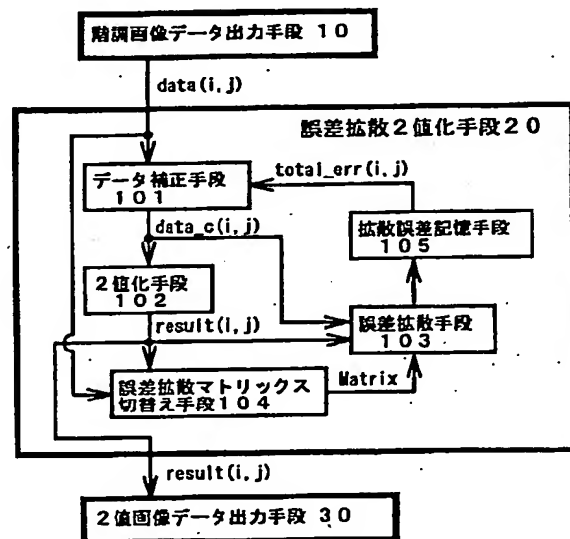
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【目的】 階調画像データを誤差拡散法を用いて2値化する際に、ドット密度が疎な領域でドットが不均一に連なるのを改善し、均一に分散させる。

【構成】 誤差拡散マトリックス切替え手段104は、注目画素の2値化結果が255(ドット有り)となった場合に、原画像データdata(i,j)が0に近いほど大きなサイズの誤差拡散マトリックスを選択し、それに応じて誤差拡散手段103が誤差拡散作業を行うようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多階調画像データを、第 1 階調値と第 2 階調値の 2 階調のみからなる 2 階調画像データに変換する 2 値化装置において、

注目画素を前記第 1 階調値と前記第 2 階調値のいずれかに 2 値化する 2 値化手段、

注目画素の 2 値化によって生じる 2 値化誤差を、近傍の未 2 値化画素へ拡散する、誤差拡散手段、

注目画素の原画像階調データ値と、注目画素の 2 値化結果とに応じて、前記誤差拡散手段が用いる誤差拡散マトリックスを切替える、誤差拡散マトリックス切替え手段、を有し、

前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、対象画素の 2 値化結果が前記第 1 階調値となった場合に、原画像階調データ値が前記第 1 階調値から遠く、前記第 2 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスに切替え、より広い範囲に 2 値化誤差を拡散するよう構成したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、少なくとも 1 つの第 1 階調値用マトリックス切替えポイントを、前記第 1 階調値と前記第 2 階調値の間に設定し、対象画素の 2 値化結果が前記第 1 階調値となった場合に、原画像データ値が前記第 1 階調値用マトリックス切替えポイントよりも前記第 2 階調値側にある場合に、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを用いるよう構成したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、

前記第 1 階調値用マトリックス切替えポイントを、第 1 階調値よりも第 2 階調値に近い値に設定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかにおいて、

前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、対象画素の 2 値化結果が前記第 2 階調値となった場合に、原画像階調データ値が前記第 2 階調値から遠く、前記第 1 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスに切替え、より広い範囲に 2 値化誤差を拡散するよう構成したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、

前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、少なくとも 1 つの第 2 階調値用マトリックス切替えポイントを、前記第 1 階調値と前記第 2 階調値の間に設定し、対象画素の 2 値化結果が前記第 2 階調値となった場合に、原画像データ値が前記第 2 階調値用マトリックス切替えポイントよりも前記第 1 階調値側にある場合に、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを用いるよう構成したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、

前記第 2 階調値用マトリックス切替えポイントを、第 2 階調値よりも第 1 階調値に近い値に設定することを特徴

とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は多階調画像データを、データ容量の削減、CRT ディスプレー画面やプリンタへの出力、等のために 2 階調化（2 値化）する機能を有する画像処理装置に関する。さらに詳細には、誤差拡散法を用いて 2 値化を行う、画像 2 値化装置および、該画像 2 値化装置を含む画像入力装置、画像処理装置、画像出力装置等に関する。

【0002】

【従来の技術】 多階調画像データを、画素単位での階調制御ができないプリンタ装置やディスプレイ装置に出力する場合や、保存や転送のためにデータ容量を減らそうとする場合には、各画素の階調数を 2 階調に減らす 2 値化処理が広く行われている。2 値化手法には、各種のものがあるが、その中でも最も画質の優れたものとして、誤差拡散法が広く用いられている。

【0003】 誤差拡散法では、ある画素の 2 値化時に生じた量子化誤差を捨てずに、周辺のまだ 2 値化していない画素に、重み値に応じて分配してゆく「誤差拡散」を行う。このため、2 値化誤差の局所的な平均値は非常に小さなものとなり、2 値化誤差が捨てられてしまう組織的ディザ法などよりもはるかに高画質が得られる。誤差拡散法は高解像度でありながら、連続的な階調再現が可能であるという優れた特徴を持つ。誤差拡散法を使用した例としては、特開平 1-284173 号公報の「画像処理方法及び装置」等がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 誤差拡散法における誤差の分配を「近傍のどの画素にどういう重みづけで行うか」を示すものを、ここでは「誤差拡散マトリックス」と呼び、誤差拡散対象となる近傍画素の数を「マトリックスサイズ」と呼ぶこととする。注目画素の下方の誤差拡散マトリックスの例としては図 5 (a)～図 5 (e) に示すものなどが用いられており、マトリックスサイズは順に 2、4、7、10、13 となる。図 5 (b) の誤差拡散マトリックスを用いた場合には、注目画素に生じた 2 値化誤差を等しい重みで 4 分割して、右隣、左下、下、右下の 4 つの、まだ 2 値化を行っていない近傍画素の階調画像データに加算してゆく。

【0005】 誤差拡散法では、対象画素に生じた 2 値化誤差を、図 5 の例のような誤差拡散マトリックスに従って周辺の未 2 値化画素に分配する工程が必要になるため、組織的ディザ法などと比較する格段に処理工程が増え、処理時間もかかる、という問題点があった。この処理工程・時間は、大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いるほど増大するので、処理速度重視の場合には、小さめのマトリックスを選択する必要がある。

【0006】 一方、画質の点から見ると、処理時間短縮

のために小さなサイズの誤差拡散マトリックスを用いると、誤差を拡散する範囲が狭くなり、2値化によって形成されるドットの密度が疎な場合に、「ドットが均一に分散されず、不均一に連なったドットが形成され、画質劣化を生じる」、という問題点が生じた。例えば2値化後の黒ドットの割合が10%以下になるような低濃度の原画像データを、図5(a)や図5(b)のような誤差拡散範囲の狭い、小さなサイズの誤差拡散マトリックスを用いて2値化を行った結果は、図8(a)に示す例のようになり、黒ドットが鎖状に連なったパターンが目について、画質が大きく劣化してしまう。これは、図5

(e)のような大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いて、より広い範囲に誤差を拡散するようにすることによって、図8(b)のように改善される。しかしながら前述のように、誤差拡散マトリックスのサイズを大きくすると、処理量および時間が増大する。すなわち、従来の誤差拡散法では、画質と処理量・時間の両方を同時に満足することができない、という問題点があった。

【0007】本発明の画像処理装置はこのような問題点を解決するもので、その目的とするところは、ドット密度が疎な場合にもドットの分散性が良好で、高画質な2値化結果が、処理工数・時間の増大無しに得られるよう改良された2値化装置を実現することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、多階調画像データを、第1階調値と第2階調値の2階調のみからなる2階調画像データに変換する2値化装置において、注目画素を前記第1階調値と前記第2階調値のいずれかに2値化する2値化手段、注目画素の2値化によって生じる2値化誤差を、近傍の未2値化画素へ拡散する、誤差拡散手段、注目画素の原画像階調データ値と、注目画素の2値化結果とに応じて、前記誤差拡散手段が用いる誤差拡散マトリックスを切替える、誤差拡散マトリックス切替え手段、を有し、前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、対象画素の2値化結果が前記第1階調値となった場合に、原画像階調データ値が前記第1階調値から遠く、前記第2階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスに切替え、より広い範囲に2値化誤差を拡散するよう構成したことを特徴とする。

【0009】

【作用】今2値化しようとしている画素を、注目画素と呼ぶこととし、以下にその2値化工程を示す。

【0010】2値化手段は、注目画素の補正データ値と閾値を比較し、補正データが閾値より大きい小さいかに応じて注目画素を第1階調値または第2階調値に2値化し、2値化結果を得る。ここでいう補正データは、注目画素の原画像階調データに、周辺の2値化済画素から拡散されてきた2値化誤差を加えて補正したものである。今仮に

第1階調値<第2階調値

であるとすると、

補正データ<閾値ならば2値化結果=第1階調値

補正データ \geq 閾値ならば2値化結果=第2階調値

のように2値化を行う。ただし、補正データ=閾値のケースについては、どちらに2値化されるよう定義してもかまわない。

【0011】誤差拡散手段は、まず2値化誤差、すなわち補正データ値と2値化結果値の差を求める。すなわち、

2値化誤差=補正データ-2値化結果

次に誤差拡散手段は、求めた誤差を誤差拡散マトリックスで定義された重みづけに従って、周辺のまだ2値化を行っていない画素に分配して加える。この時、誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の2値化結果および原画像階調データ値を参照し、次に示すa)、b)の少なくとも一方のケースの場合に、より大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いるように切替え、より広い範囲に誤差拡散を行うようにする。

【0012】a) 2値化結果が第1階調値で、かつ原画像データ値が第2階調値に近い時。

b) 2値化結果が第2階調値で、かつ原画像データ値が第1階調値に近い時。

【0013】本発明の第1のポイントは、a)またはb)の場合のみに大きなサイズの誤差拡散マトリックスを使用しするだけで、十分に良好なドット分散性が得られ、高画質な2値化結果が得られる点にある。a)のケースでの切替えによって、第1階調値に2値化されたドットの分布状況が均一化され、b)のケースでの切替えによって、第2階調値に2値化されたドットの分布状況が均一化される。

【0014】本発明の第2のポイントは、上記のa)やb)のケースは発生確率の小さいケースである、という点にある。例えばa)を例に説明すると、原画像データが第2階調値に近い場合には、2値化結果も第2階調値となる確率の方が高く、第1階調値になる確率は低い。このため大きなサイズの誤差拡散マトリックスを使用することになる確率は低く、ほとんどの場合は小さなサイズの誤差拡散マトリックスが使用されるため、処理量・時間の増大は最小限ですむ。

【0015】

【実施例】以下に、本発明による画像処理装置の実施例について、図に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の第1の実施例を示すブロック図で、階調画像データ生成手段10から受け取った原画像階調データdata(i, j)を、誤差拡散2値化手段20が2階調化し、2値化結果result(i, j)を2値画像データ出力手段30に出力する構成となっている。ここでいうi, jは整数で、起点画素から数えて下方向にi番目、右方向にj番目の画素に関するデータであることを示す。図1中では、誤差拡散2

値化手段 20 が本発明の画像処理装置の核心をなす部分である。本実施例では、以下に示すようなケースを例に、具体的な説明を行うこととする。

【0016】・原画像階調データは 0 (白) から 255 (黒) の範囲の 256 階調のデータで、階調値が大きいほど高濃度の画素となる。

・原画像階調データを誤差拡散法により 0 または 255 に 2 値化する。

・2 値化時の走査順序に関しては、主走査方向が左から右、副走査方向が上から下とする。

【0017】走査順序は具体的には、画像の左上端の画素を起点画素として、主走査方向へ順次 2 値化作業を行い、右端画素に達して 1 行分の 2 値化が終了したら、副走査方向へ 1 画素分下の行へ移り、同様に左端画素から右端画素へと 2 値化してゆく、という走査を最下行に達するまで繰り返して 1 画面分の 2 値化を行う。

【0018】また、起点画素から数えて下方向に i 画素、右方向に j 画素の位置の画素を i 行 j 列の画素と呼び、 $P[i, j]$ と表わすこととする。ただし、起点画素は $P[0, 0]$ から始まるとする。今、 $P[i, j]$ が 2 値化しようとする注目画素であるとする、画像端の特殊ケースを除く通常の画素では、図 7 に示すように、注目画素よりも上方の行の画素および、同じ行の左方の画素は 2 値化済画素、注目画素よりも下方の行の画素および同じ行の右方の画素は未 2 値化画素となる。

【0019】本実施例は、請求項 1 における第 1 階調値が 255、第 2 階調値が 0 の場合に相当し、2 値化結果が第 1 階調値となった時のみ誤差拡散マトリックスを切替えを行う場合の実施例である。

【0020】では、図 1 の誤差拡散 2 値化手段 20 における、注目画素 $P[i, j]$ の原画像階調データ: $data(i, j)$ の 2 値化手順を、以下の工程 1 ~ 工程 5 に分けて説明する。また図 9 にそのフローチャートを示す。

【0021】【工程 1】データ補正手段 101 は、拡散誤差記憶手段 105 を参照して、拡散誤差積算値 $total_err(i, j)$ を得、それを階調画像データ出力手段 10 から得た原画像データ $data(i, j)$ に加えて、補正データ $data_c(i, j)$ を得る。

【0022】 $data_c(i, j) = data(i, j) + total_err(i, j)$ ここで、拡散誤差記憶手段 105 内に記憶されている拡散誤差積算値 $total_err(i, j)$ は、 $P[i, j]$ 近傍の既に 2 値化の終わった画素 ($P[i-1, j]$ や $P[i, j-1]$ 等) の 2 値化作業時に、後述の【工程 5】で本注目画素 $P[i, j]$ に対して拡散されてきた誤差の総和である。

【0023】【工程 2】2 値化手段 102 は、データ補正手段 101 より得られた注目画素の補正データ $data_c(i, j)$ と、閾値 $thresh$ を比較して、2 値化結果 $result(i, j)$ を出力する。すなわち、

$data_c(i, j) \geq thresh$ ならば、 $result(i, j) = 255$

$data_c(i, j) < thresh$ ならば、 $result(i, j) = 0$

なお、本実施例では $thresh = 128$ の定数とする。

【0024】2 値化結果 $result(i, j)$ は誤差拡散 2 値化手段 20 からの出力として、2 値画像データ出力手段 30 へも出力される。ただし、2 値画像データ出力手段 30 へ出力する際には、 $result(i, j)$ が 255 の時には、それを 1 に置換えて、0 または 1 の 2 値データとして出力する場合もある。

【0025】【工程 3】誤差拡散手段 103 はまず、2 値化結果 $result(i, j)$ と補正データ $data_c(i, j)$ より、2 値化誤差 $err(i, j)$ を

$err(i, j) = data_c(i, j) - result(i, j)$

のようにして求める。

【0026】【工程 4】誤差拡散マトリックス切替え手段 104 は、第 1 階調値用切替えポイント t_chgl を 32 に設定し、誤差拡散マトリックス: $Matrix$ を以下のようにして選択する。

・ $result(i, j) = 0$ の時は、常にスモールマトリックス Mat_S を選択。

・ $result(i, j) = 255$ の時は、

20 ・ $data(i, j) \leq t_chgl$ ならばラージマトリックス Mat_L を選択。

・ $data(i, j) > t_chgl$ ならばスモールマトリックス Mat_S を選択。

【0027】【工程 5】誤差拡散手段 103 は、2 値化誤差 $err(i, j)$ を、誤差拡散マトリックスの重み値に応じて、近傍の未 2 値化画素、 $P[i, j+1]$ 、 $P[i+1, j]$ 、 $P[i+1, j+1]$ 等へ分配して拡散する。具体的には、拡散誤差記憶手段 105 が記憶している、各画素ごとの拡散誤差積算値 $total_err(i, j+1)$ 、 $total_err(i+1, j)$ 等に、本注目画素 $P[i, j]$ からの拡散分を加算してゆく。ただし、本画像の 2 値化走査を開始する前の拡散誤差積算値の初期値はすべてゼロにしておく必要がある。

【0028】本実施例では、スモールマトリックス Mat_S が図 5 (b) の誤差拡散マトリックス、ラージマトリックス Mat_L が図 5 (d) の誤差拡散マトリックスであるとする。誤差拡散マトリックスに Mat_S が選択された場合には、図 5 (b) のマトリックスの重み値の合計は 4 であるから、 $err(i, j)$ に重み値を掛けて 4 で割ったものが、各周辺画素への拡散誤差量となり、実際の誤差拡散作業は以下のように行われる。

【0029】

【表 1】

$total_err(i, j+1) = total_err(i, j+1) + err(i, j) * (1/4)$
 $total_err(i+1, j-1) = total_err(i+1, j-1) + err(i, j) * (1/4)$
 $total_err(i+1, j) = total_err(i+1, j) + err(i, j) * (1/4)$
 $total_err(i+1, j+1) = total_err(i+1, j+1) + err(i, j) * (1/4)$

【0030】また、誤差拡散マトリックスに Mat_L が選択された場合には、図 5 (d) のマトリックスの重み値の合計が 16 であるから、誤差拡散作業は同様に、

【0031】

【表 2】

$$\begin{aligned}
\text{total_err}(i, j+1) &= \text{total_err}(i, j+1) + \text{err}(i, j) * (3/16) \\
\text{total_err}(i, j+2) &= \text{total_err}(i, j+2) + \text{err}(i, j) * (1/16) \\
\text{total_err}(i+1, j-2) &= \text{total_err}(i+1, j-2) + \text{err}(i, j) * (1/16) \\
\text{total_err}(i+1, j-1) &= \text{total_err}(i+1, j-1) + \text{err}(i, j) * (2/16) \\
\text{total_err}(i+1, j) &= \text{total_err}(i+1, j) + \text{err}(i, j) * (3/16) \\
\text{total_err}(i+1, j+1) &= \text{total_err}(i+1, j+1) + \text{err}(i, j) * (2/16) \\
\text{total_err}(i+1, j+2) &= \text{total_err}(i+1, j+2) + \text{err}(i, j) * (1/16) \\
\text{total_err}(i+2, j-1) &= \text{total_err}(i+2, j-1) + \text{err}(i, j) * (1/16) \\
\text{total_err}(i+2, j) &= \text{total_err}(i+2, j) + \text{err}(i, j) * (1/16) \\
\text{total_err}(i+2, j+1) &= \text{total_err}(i+2, j+1) + \text{err}(i, j) * (1/16)
\end{aligned}$$

【0032】のようになる。

【0033】以上の【工程1】～【工程5】により注目画素P[i, j]の2値化および誤差拡散工程が終わる。次にはjの値を1つ増やし、右隣の画素を新たに注目画素として、同様の2値化工程を繰り返す。この繰り返しにより画像の1行分の2値化が終了すると、今度はjの値をゼロに戻し、iの値を1増やすことで、次の行の左端画素に注目画素を移し、また同様の工程を繰り返す。このような繰り返しにより、画像1画面分の2値化が行われる。

【0034】本実施例の本質的な部分は、【工程4】および【工程5】において2種類の誤差拡散マトリックスを切替えて誤差拡散するようにした点だけであり、それ以外の部分は従来の誤差拡散法と特に変わる点はない。本実施例での原画像データと2値化結果に対応したマトリックスの選択を整理すると、図4(a)に示す表のようになる。

【0035】ここで、本実施例により、良好なドット分散性が得られる理由について説明する。本発明者はまず、誤差拡散法で「黒ドットが均一に分散されるメカニズム」及び、「低濃度領域でそれが崩れて、図8(a)のような黒ドット同士の連なりが生じる原因」について考察してみた。誤差拡散法で「黒ドットが均一に分散されるメカニズム」は、

1. 誤差拡散法では、ある画素が255（黒ドット）に2値化されると、前記の【工程3】生じる2値化誤差 $\text{err}(i, j)$ は、通常は負となり、それが【工程5】で周辺の未2値化画素に拡散される。
2. 負の誤差の拡散を受けた周辺画素は、その補正データが誤差拡散を受ける前よりも小さくなるため、続けて255（黒ドット）には2値化されにくくなる。
3. その結果、黒ドットは連なることなく、なるべく離れて均一に分散される。

以上のようになる。

【0036】しかし黒ドットを均一に分散させるためには、低濃度になるほど黒ドット同士の間隔を広げてゆく必要がある。例えば階調値が16の場合は、黒ドットが生成される割合は $16/255 \approx 1/16$ 、すなわち16画素に1画素の割合であり、2次元平面内での黒ドット間の距離は4画素程度必要となる。しかしながら、図5(b)のような誤差拡散マトリックスを用いた場合には、ある画素が黒ドットに2値化された結果生じた誤差は、2画素分以上離れた画素には直接は拡散されない。このため、黒ドット同士が2画素分程度の短い間隔で連

なってしまう事態が生じる。ただし、「誤差拡散された画素から、さらにその近傍画素に誤差拡散してゆく」というような、間接的な拡散効果があるため、マトリックスの外側には誤差が全く伝わらないわけではないが、マトリックスサイズが小さい場合はこの間接的な拡散効果も弱い。また、図5(b)のマトリックスでは、画素P[i+1, j-2]の画素には間接的な拡散を考慮しても、P[i, j]からの誤差は全く伝わらない。

【0037】結局「低濃度領域で図8(a)のような黒ドット同士の連なりが生じる原因」は、

・低濃度領域では黒ドット間隔を広げる必要があるにもかかわらず、小さなサイズの誤差拡散マトリックスでは、必要なドット間隔に見合った距離にまで誤差を拡散することができない。
という点にあるといえる。

【0038】以上のような考察を基に、本発明者は、「黒ドットの分散性向上」という観点からは、必ずしも常に大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いる必要はなく、

1. 黒ドットに2値化された時に生じた2値化誤差のみを、より広い範囲に拡散するようにすればよく、白に2値化された場合の誤差はそれほど広い範囲に拡散する必要はない。

2. 均等に分散させるのに必要なドット間隔に応じて、低濃度になるほど大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いればよく、中濃度や高濃度時には、小さなサイズの誤差拡散マトリックスでよい。

という2つの結論を得た。この結論に従って、本実施例では、マトリックス切替えポイント t_chg1 を階調値32に設定し、原画像階調値が32以下で、2値化結果が255（黒ドット）となった時のみラージマトリックス Mat_L を選択し、それ以外の場合はスモールマトリックス Mat_S を用いるようにし、低濃度域における黒ドットの分散性を大幅に改善した。

【0039】次に、本実施例において、ラージマトリックス Mat_L が選択される確率が非常に小さく、ほとんどの場合スモールマトリックスが選択されることを示す。通常の場合、2値化結果が0、255となる確率はそれぞれ、注目画素の原画像階調値 $data(i, j)$ に応じて、

0となる確率 : $(255 - data(i, j)) / 255$

255となる確率 : $data(i, j) / 255$

のようになる。一方、ラージマトリックスが選択されるのは、

$result(i, j) = 255$ かつ、 $data(i, j) \leq 32$

の時であるから、ラージマトリックスが選択される確率は、

$data(i, j)$ が0～32の時 : $data(i, j) / 255$

$data(i, j)$ が33～255の時 : 0

となる。従って、ラージマトリックスが選択される確率が最も高いのは、

data(i, j)=32

の時で、その時の確率は

32/255

で、約 0.13 となる。すなわち原画像データ値 data(i, j) がすべて 32 というような最悪のケースでもラージマトリックスが選択される確率は 13% 以下である。また、原画像データ値が 0~255 の間に等しい割合で分布していると仮定した場合に、ラージマトリックスが選択される確率を計算すると、1% 以下になり、すべてにスモールマトリックスを用いた場合と処理工数・時間はほとんど変わらなくなる。また、本実施例の第 1 階調値用マトリックス切替えポイント t_chg1 を様々な値に設定した時の、ラージマトリックスが選択される確率を図 6 のグラフに示す。確率の計算式は、以下のようになる。

【0040】 t_chg1

$\Sigma (k/255)/255$

k=0

第 1 階調値切替えポイントを第 2 階調値（本実施例では 0）に近づけるほど、ラージマトリックスが選択される確率はますます小さくなり、処理速度的には有利となる。図 6 のグラフからは、t_chg1 が 第 1 階調値と第 2 階調値の中間値である、127.5 以下であれば、大体十数%以下の確率となり、ラージマトリックスの選択確率は十分に小さいと言える。t_chg1 の値がそれ以上になると、ラージマトリックス選択確率の増加率も徐々に大きくなるので、本実施例のように、第 1 階調値切替えポイントを 1 つだけ設ける場合には、128 以下のするのが適当である。

【0041】 以上のように、本実施例によると、常にスモールマトリックスを採用したのとほとんど変わらない処理時間で、常にラージマトリックスを用いた場合に迫る、黒ドットの分散性が向上した高画質な 2 値化出力結果が得られる。本実施例では、白ドット密度が疎となる、高濃度領域での白ドットの分散性は特に改善されない。しかし、出力装置が白い紙上に黒インクによるドットを形成するプリンタ装置の場合は、インクの滲みにより、低濃度領域における黒ドットは面積が広がって目立ちやすくなるのに対し、高濃度領域における白ドットは、まわりの黒ドットからの侵食をうけて面積は小さくなり、それほど目立たなくなる。そのため、本実施例のように黒ドットの分散性を向上させただけでも、大幅な高画質化が図れる。

【0042】 次に、本発明の第 2 の実施例について説明する。本実施例のブロック図自体は第 1 の実施例と共通で、図 1 のブロック図を用いる。第 1 の実施例は、低濃度領域での黒ドットの分散性が向上させたが、それに加え、高濃度領域における白ドットの分散性をも向上させたのが本実施例である。本実施例では、第 1 の実施例における第 1 階調値用切替えポイント 1 t_chg1 に加え、第 2 階調値用切替えポイント 2 t_chg2 を設け、原画像デー

タが data(i, j) ≥ t_chg2 の高濃度領域で、2 値化結果が 0（白ドット）となった場合にも、ラージマトリックスを使用するようにした。本実施例では t_chg2=223 としている。本実施例における、高濃度領域における白ドットの分散性向上のカニズムは、白と黒の論理を逆に考えれば、第 1 の実施例における低濃度領域における黒ドットの分散性向上のメカニズムと全く同じである。

【0043】 実際の工程における、第 1 の実施例と本実施例の違いは「工程 4」だけである。すなわち、第 1 の実施例の説明における「工程 4」を、本実施例では以下に示す「工程 4'」に置換える。

【0044】 「工程 4'」誤差拡散マトリックス切替え手段 104 は、第 1 階調値用切替えポイント t_chg1（本実施例では 32 に設定）と、第 2 階調値用切替えポイント t_chg2（本実施例では 223 に設定）を用いて、誤差拡散マトリックス Matrix を以下のようにして選択する。

・ result(i, j)=255 の時は、

・ data(i, j) ≤ t_chg1 ならばラージマトリックス Mat_L を選択。

20 ・ data(i, j) > t_chg1 ならばスモールマトリックス Mat_S を選択。

・ result(i, j)=0 の時は、

・ data(i, j) ≥ t_chg2 ならばラージマトリックス Mat_L を選択。

・ data(i, j) < t_chg2 ならば スモールマトリックス Mat_S を選択。

【0045】 本実施例での原画像データと 2 値化結果に対応したマトリックスの選択は、図 4 (b) に示すようになる。本実施例による処理工数・時間の増加がわずかである理由も、第 1 の実施例の場合と同様である。本実施例により、低濃度領域における黒ドットと、高濃度領域における白ドットの両方で均一な分散性が得られ、第 1 の実施例よりもさらに画質が向上する。

【0046】 次に、第 3 の実施例を示す。第 2 の実施例では、黒ドットの分散性改善のためのラージマトリックスと、白ドットの分散性改善のためのラージマトリックスに同じものを用いたが、本実施例ではこれに異なるものを用いた。先に述べたように、プリンタ装置では通常黒ドットの方が目立つ。そこで、本実施例では、黒ドット用にはラージマトリックス Mat_L よりもさらにサイズの大きい図 5 (e) の誤差拡散マトリックスを ヒュージマトリックス Mat_H として用いた。これにより、より低濃度域における黒ドットの分散性がさらに向上する。また、黒ドット用のマトリックス切替えポイント t_chg1 は 第 2 の実施例同様 32 だが、白ドット用のマトリックスへの切替えポイント t_chg2 を第 2 の実施例での 223 から 239 に大きくし、処理速度向上のため、ラージマトリックスを用いる頻度を減らした。本実施例では、第 2 の実施例の「工程 4'」を次の「工程 4''」に置換える。

50 【0047】 「工程 4''」誤差拡散マトリックス切替え

手段104は、第1階調値用切替えポイント t_{chg1} を32に、第2階調値用切替えポイント t_{chg2} を239に設定し、誤差拡散マトリックスMatrixを以下のようにして選択する。

- ・ $result(i, j) = 255$ の時は、
- ・ $data(i, j) \leq t_{chg1}$ ならばヒュージマトリックスMat_Hを選択。
- ・ $data(i, j) > t_{chg1}$ ならばスモールマトリックスMat_Sを選択。
- ・ $result(i, j) = 0$ の時は、
- ・ $data(i, j) \geq t_{chg2}$ ならばラージマトリックスMat_Lを選択。
- ・ $data(i, j) < t_{chg2}$ ならばスモールマトリックスMat_Sを選択。

【0048】本実施例での原画像データと2値化結果に対応したマトリックスの選択は、図4(c)に示すようになる。また本実施例では、ヒュージマトリックスが選択された場合に、当然ながら次の【工程5】での誤差拡散作業が第2の実施例の場合と異なって来るが、基本的な考え方は同様なので、ここでは詳しくは述べない。

【0049】次に第4の実施例を示す。本実施例では、黒ドットの分散性改善のためのマトリックスサイズを原画像濃度値に応じてよりきめ細かく、スモール、ラージ、ヒュージの3段階に切替えて、さらに処理時間・画質の最適化を進めた。また、ここで用いるスモール、ラージ、ヒュージの誤差拡散マトリックス自体は第3の実施例と同じものとする。第4の実施例では、図4

(d)に示すようにして、【工程4】におけるマトリックスの選択を行う。

【0050】第5の実施例は、スモールマトリックスとラージマトリックスの中間のサイズの誤差拡散マトリックスミディアムマトリックスMat_Mを導入して、さらにきめこまかくマトリックスの切替えを行うようにしたものである。本実施例のMat_Mとしては、図5(c)の誤差拡散マトリックスを用い、原画像データ値と2値化結果に応じて、工程4におけるマトリックスの選択を図4(e)の表のように行う。

【0051】以上の実施例では、スモール、ミディアム、ラージ、ヒュージの各誤差拡散マトリックスには順に図5(b)、図5(c)、図5(d)、図5(e)の誤差拡散マトリックスを割りあてたが、マトリックスサイズの大小関係さえ合致していれば、実際の誤差拡散マトリックスにはどのようなものを用いてもよい。

【0052】以上の実施例では、常に黒ドットの分散性の向上を白ドットの分散性よりも重視し、2値課結果が黒ドットとなった場合に、よりきめ細かく誤差拡散マトリックスを切替える例が多かったが、2値画像データ出力装置がCRTディスプレイ等の場合にはむしろ白ドットのほうが目立ち易くなる場合があるので、両者を同等に扱ったっていいし、逆に白ドットを重視して、2値

化結果が白ドットとなった場合によりきめ細かく誤差拡散マトリックスを切替えるようにしてもよい。

【0053】以上の実施例では、0が白ドット、255が黒ドットとなるような、濃度に対応した階調データの例であったが、0が黒ドット、255が白ドットとなるような明度や輝度に対応した階調データの場合も、白黒の論理が逆になるだけで、本質的には同様である。

【0054】また以上の実施例は、モノクロデータを扱う場合の例であったが、複数の色成分データからなるカラーデータの場合にも、各色成分に対して、モノクロの場合と同様に本発明を適用できる。例えば、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の3色成分からなるフルカラーデータの場合は、R、G、Bの各色成分ごとに本発明の画像処理装置を独立して適用すればよい。また、色成分ごとに、異なるマトリックスの切替え方を採用してもよい。例えば、RおよびG成分に対しては図4(d)に示したようにきめ細かくマトリックスを切替えるが、RやG成分に比べてドットが目立ちにくいB成分は、図4(a)のような切替えパターンで済ませる、というような構成も可能である。

【0055】また、以上の実施例では【工程2】で用いる閾値threshは一定値で固定であったが、閾値に画素位置に応じて一定周期で変化する組織的ディザノイズを加えたり、あるいは適当量のランダムノイズを加えるなどしてthreshが画素によって変化するようにしてもよい。

【0056】また、1画面分の2値化を行ってゆく際の走査順に関しても、画像の左上端以外の画素を起点画素としてもよい。また偶数行の画素は左端から右端へ、奇数行の画素は右端から左端へ、と言うふうに、1行ごとに走査方向を変える構成も可能である。この場合には、1行ごとに誤差拡散マトリックスも左右反転して使用する必要がある。

【0057】以上のように、本発明の本質的部分は、【工程4】のマトリックスの切替え部分にあり、その他の部分に関しては、誤差拡散法でさえあれば、どのような構成であってもかまわない。

【0058】また、本発明の誤差拡散2値化手段20は、ソフトウェアによって実現されてもよいし、専用の処理ハードウェアによって実現されてもよい。

【0059】図2、図3は、図1の誤差拡散2値化手段20以外の部分をより具体的に示した実施例の図で、図2(a)は誤差拡散2値化手段20を含む画像入力装置、図3(a)は誤差拡散2値化手段20を含む画像出力装置、図2(b)および図3(b)は誤差拡散2値化手段20を含むコンピュータ装置の実施例である。

【0060】図2(a)は本発明を画像入力装置に適応した場合の実施例であり、誤差拡散2値化手段20を画像入力装置であるスキャナの内部に持つように構成した。CCDセンサー202が図1における階調画像生成手段10に、コンピュータ203が図1における2値画

像データ出力手段30に相当する。本実施例では、スキャナ201内部のCCDセンサー202が原稿画像の各画素の反射濃度を読み取り、それにアナログ・デジタル変換やセンサー特性の補正等を行った結果を階調画像データ $data(i, j)$ として誤差拡散2値化手段20へ出力し、誤差拡散2値化手段20がその2階調化を行う。2値化結果 $result(i, j)$ は、スキャナ201からの出力として、SCSI等のインターフェイスを介してホストのコンピュータ203へ送られる。コンピュータ203では受け取った2値化画像を、CRTディスプレイに表

示したり、フォトレタッチソフト等の画像処理ソフトに加工させたり、ハードディスク等の外部記憶装置に記憶したりする。誤差拡散2値化手段20は、スキャナ内のROMに記憶されたプログラム、即ちファームウェアに従って、スキャナ内のCPUがその処理を行う、という形で実現されている場合もあるし、誤差拡散処理を高速に行うための専用ハードウェアによって実現されている場合もある。

【0061】図2(b)は、ホストコンピュータ内のスキャナドライバが誤差拡散2値化手段20を持つよう

に構成した場合の実施例である。スキャナ211が図1の階調画像出力装置10に、フォトレタッチソフト214が図1の2値画像データ出力手段30に相当する。本実施例はコンピュータ212で実行中のフォトレタッチソフト214上で画像読み取りコマンド等を実行し、スキャナ211から画像を読み込む場合の例で、スキャナ211は読み込んだ階調画像データ $data(i, j)$ をそのまま2値化せずコンピュータ212に出力する。コンピュータ212側では、誤差拡散2値化手段20を持ったスキャナドライバ213が、受け取った階調データを2値

にインクを噴射してドットを形成する。

【0063】図3(b)は、ホストコンピュータ内のプリンタドライバが誤差拡散2値化手段20を持つように構成した場合の実施例であり、フォトレタッチソフト312が図1の階調画像出力装置10に、プリンタ314が図1の2値画像データ出力手段に相当する。コンピュータ311内で実行されているフォトレタッチソフト311上でプリンタ出力コマンド等を実行すると、フォトレタッチソフト311から、プリンタドライバ313に対して階調画像データ $data(i, j)$ が出力される。プリンタドライバ313は、その内部の誤差拡散2値化手段20を用いて2値化を行い、2値化結果 $result(i, j)$ をプリンタ制御コマンドとともにプリンタ装置314に出力し、プリンタ314が印画紙上に2値化画像を出力する。

【0064】

【発明の効果】本発明の構成によると、誤差拡散マトリックス切替え手段が、対象画素の原画像データ値および2値化結果に応じて誤差拡散マトリックスのサイズを切替え、必要な時のみ大きなサイズの誤差拡散マトリックスを選択するようにした。このため、常に小さなサイズの誤差拡散マトリックスを用いたのとほとんど変わらない処理時間で、常に大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いたのに迫る良好なドット分散性を持つ、高速・高画質の2値化装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すブロック図。

【図2】本発明をスキャナ装置を含む系に適用した実施例を示す図。

【図3】本発明をプリンタ装置を含む系に適用した実施例を示す図。

【図4】本発明の誤差拡散マトリックスの切替え条件の実施例を示す図。

【図5】本発明で用いる誤差拡散マトリックスの実施例。

【図6】ラージマトリックス選択確率を示す図。

【図7】注目画素周辺の2値化済画素と未2値化画素を示す図。

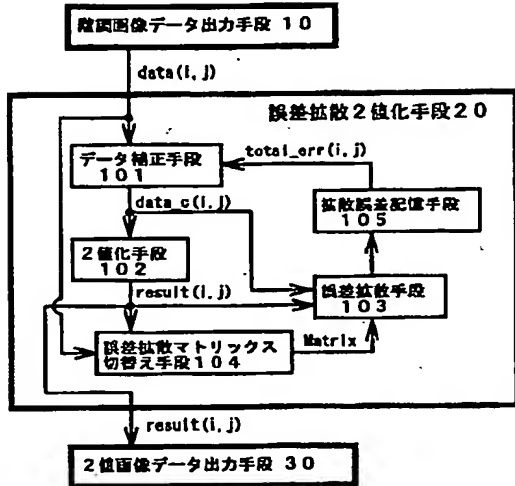
【図8】低濃度領域での黒ドットの分散状況の例を示す図。

【図9】本発明の第1の実施例のフローチャートを示す図。

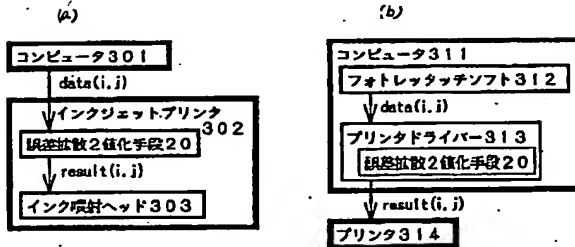
【符号の説明】

- 20 誤差拡散2値化手段
- 101 データ補正手段
- 102 2値化手段
- 103 誤差拡散手段
- 104 誤差拡散マトリックス切替え手段
- 105 拡散誤差記憶手段

【図1】

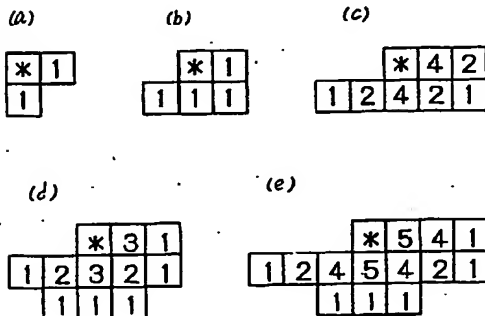


【図3】

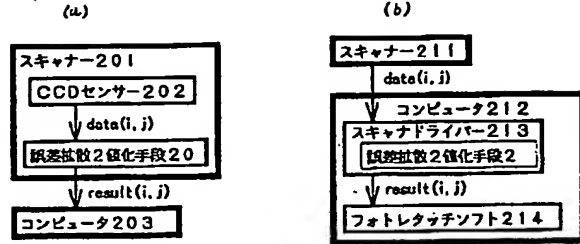


【図5】

* : 注目画素



【図2】



【図4】

(a)

2値化結果	原画像データ	使用マトリックス
0	0~255	Mat_S
255	0~32	Mat_L
255	33~255	Mat_S

(b)

2値化結果	原画像データ	使用マトリックス
0	0~222	Mat_S
0	223~255	Mat_L
255	0~32	Mat_L
255	33~255	Mat_S

(c)

2値化結果	原画像データ	使用マトリックス
0	0~237	Mat_S
0	238~255	Mat_L
255	0~32	Mat_H
255	33~255	Mat_S

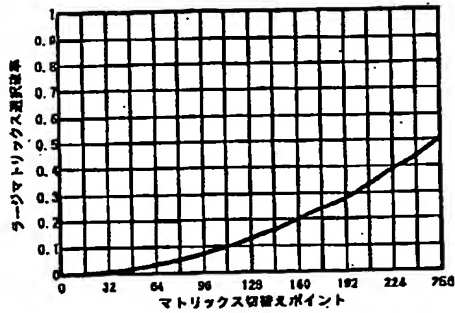
(d)

2値化結果	原画像データ	使用マトリックス
0	0~237	Mat_S
0	238~255	Mat_L
255	0~16	Mat_H
255	17~32	Mat_L
255	33~255	Mat_S

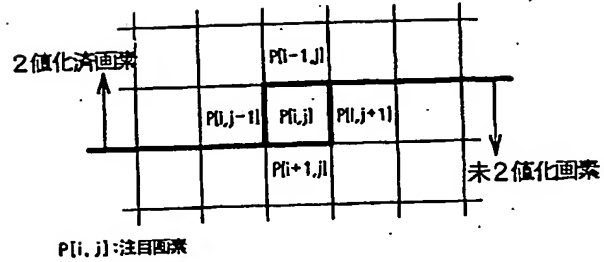
(e)

2値化結果	原画像データ	使用マトリックス
0	0~127	Mat_S
0	128~237	Mat_M
0	238~255	Mat_L
255	0~16	Mat_H
255	17~32	Mat_L
255	33~128	Mat_M
255	129~255	Mat_S

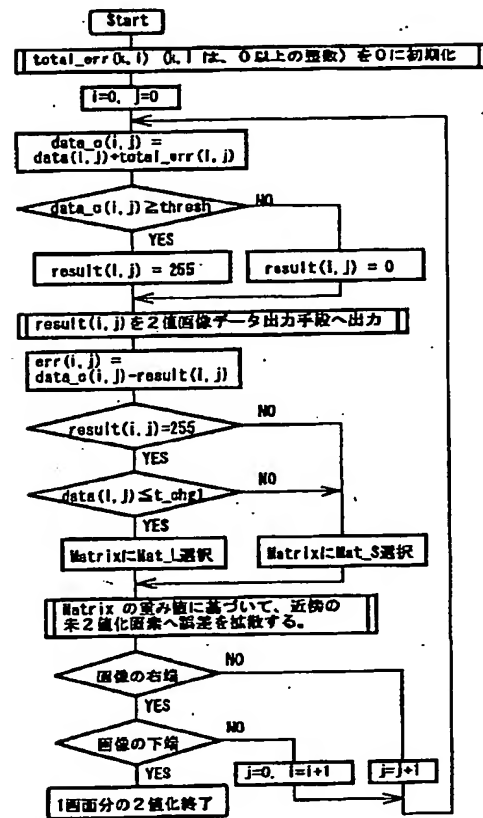
【図 6】



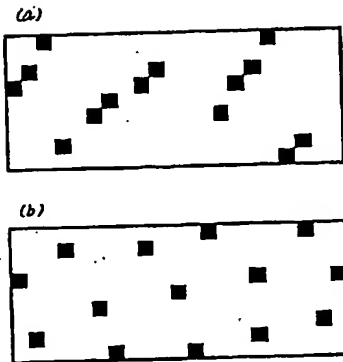
【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号 庁内整理番号

F I

H 0 4 N 1/40

1 0 3 A

技術表示箇所

【公報種別】 特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】 第 7 部門第 3 区分

【発行日】 平成 11 年 (1999) 11 月 30 日

【公開番号】 特開平 7-226841

【公開日】 平成 7 年 (1995) 8 月 22 日

【年通号数】 公開特許公報 7-2269

【出願番号】 特願平 6-17569

【国際特許分類第 6 版】

H04N 1/405

G06T 5/00

H04N 1/403

【F I】

H04N 1/40 B

G06F 15/68 320 A

H04N 1/40 103 A

【手続補正書】

【提出日】 平成 11 年 3 月 29 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 発明の名称

【補正方法】 変更

【補正内容】

【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 特許請求の範囲

【補正方法】 変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多階調を有する原画像データを第 1 階調値と第 2 階調値の 2 階調からなる 2 階調画像データに 2 値化する画像処理装置において、注目画素の原画像データを前記第 1 階調値と前記第 2 階調値のいずれかに 2 値化する 2 値化手段と、前記注目画素の 2 値化によって生じる 2 値化誤差を、サイズの異なる複数の誤差拡散マトリックスのいずれかを用いて近傍の未 2 値化画素へ拡散する誤差拡散手段と、前記誤差拡散手段が用いる誤差拡散マトリックスを前記複数の誤差拡散マトリックスの中から選択し、切替える誤差拡散マトリックス切替え手段と、を有し、前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の原画像データの階調値と、注目画素の 2 値化結果とに応じて、前記誤差拡散マトリックスを選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の 2 値化結果が前記第 1 階調値となった場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 1 階調値から遠く前記第 2 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを選択することを特徴とする

請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、少なくとも 1 つの第 1 階調値用マトリックス切替えポイントを前記第 1 階調値と前記第 2 階調値の間に設定し、注目画素の 2 値化結果が前記第 1 階調値となった場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 1 階調値用マトリックス切替えポイントよりも前記第 2 階調値側にある場合に、該切替えポイントよりも前記第 1 階調値側にある場合に用いる誤差拡散マトリックスよりも大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いるようにした請求項 2 記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記第 1 階調値用マトリックス切替えポイントを、前記第 1 階調値と第 2 階調値の中間値よりも第 2 階調値に近い値に設定することを特徴とする請求項 3 記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の 2 値化結果が前記第 2 階調値となった場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 2 階調値から遠く前記第 1 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを選択することを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、少なくとも 1 つの第 2 階調値用マトリックス切替えポイントを、前記第 1 階調値と前記第 2 階調値の間に設定し、注目画素の 2 値化結果が前記第 2 階調値となった場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 2 階調値用マトリックス切替えポイントよりも前記第 1 階調値側にある場合に、該切替えポイントよりも前記第 2 階調値側にある場合に用いる誤差拡散マトリックスよりも大きなサイズの誤差拡散マトリックスを用いるようにした請求項 5 記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記第 2 階調値用マトリックス切替えポ

イントを、前記第 1 階調値と第 2 階調値の中間値よりも第 1 階調値に近い値に設定することを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記多階調を有する原画像データは、複数の色成分データからなるカラーデータの 1 色成分であり、該複数の色成分データは各々異なる切り替え方で前記誤差拡散マトリックスが適用されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 いずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記 2 値化手段において用いる閾値を画素に応じて変化させるようにした請求項 1 乃至 7 いずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 10】 多階調を有する原画像データを第 1 階調値とそれより小さい第 2 階調値の 2 階調からなる 2 階調画像データに 2 値化する画像処理方法において、注目画素の原画像データを前記第 1 階調値と前記第 2 階調値のいずれかに 2 値化する 2 値化工程と、前記 2 値化結果が前記第 1 階調値となったかを判断する判断工程と、前記判断工程の結果が肯定的である場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 1 階調値から遠く前記第 2 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを選択する選択工程と、前記注目画素の 2 値化によって生じる 2 値化誤差を、前記選択した誤差拡散マトリックスを用いて近傍の未 2 値化画素へ拡散する誤差拡散工程と、を有する画像処理方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】多階調を有する原画像データを第 1 階調値と第 2 階調値の 2 階調からなる 2 階調画像データに 2 値化する画像処理装置において、注目画素の原画像データを前記第 1 階調値と前記第 2 階調値のいずれかに 2 値化する 2 値化手段と、前記注目画素の 2 値化によって生じる 2 値化誤差を、サイズの異なる複数の誤差拡散マトリックスのいずれかを用いて近傍の未 2 値化画素へ拡散する誤差拡散手段と、前記誤差拡散手段が用いる誤差拡散マトリックスを前記複数の誤差拡散マトリックス中から選択し、切替える誤差拡散マトリックス切替え手段と、を有し、前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の原画像データの階調値と、注目画素の 2 値化結果とに応じて、前記誤差拡散マトリックスを選択することを特徴とする。そして、前記誤差拡散マトリックス切替え手段は、注目画素の 2 値化結果が前記第 1 階調値となった場合に、前記注目画素の原画像データの階調値が前記第 1 階調値から遠く前記第 2 階調値に近いほど、サイズの大きな誤差拡散マトリックスを選択する。